

PATENT  
0142-0416P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: GRÖNINGER, Mark Alexander et al. Conf.:

Appl. No.: NEW Group:

Filed: July 3, 2003 Examiner:

For: A METHOD OF CONTROLLING AN INKJET PRINthead, AN INKJET PRINthead SUITABLE FOR THE USE OF SAID METHOD, AND AN INKJET PRINTER COMPRISING SAID PRINthead

L E T T E R

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

July 3, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

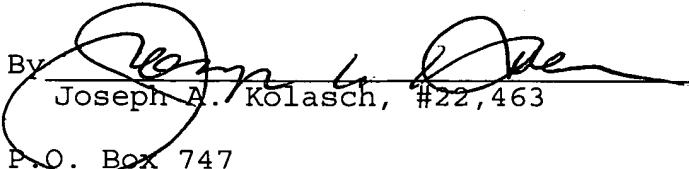
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
THE NETHERLANDS	1021013	July 5, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By   
Joseph A. Kolasch, #22,463  
P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

JAK  
0142-0416P

KONINKRIJK DER



GRUNINGER et al.  
July 3, 2003  
BSKB, LUD  
(703)205-8000  
01420416P  
10f1

NEDERLANDEN



## Bureau voor de Industriële Eigendom

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 5 juli 2002 onder nummer 1021013,  
ten name van:

**OCE-TECHNOLOGIES B.V.**

te Venlo

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het aansturen van een inkjet printkop, inkjet printkop geschikt voor het  
toepassen van deze werkwijze en inkjet printer omvattend deze printkop",  
en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 30 januari 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mw. M.M. Enhus".

Mw. M.M. Enhus

**UITTREKSEL**

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het aansturen van een inkjetprintkop die een in hoofdzaak gesloten kanaal omvat waarin zich inkt bevindt,

5      welke kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt, de werkwijze omvattend het een elektro-mechanische omvormer opleggen van een actuatiepuls, waardoor de druk in het kanaal verandert zodanig dat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten wordt, waarbij de werkwijze verder omvat het meten van de impedantie van de elektro-mechanische omvormer en het op grond van de gemeten impedantie aanpassen van de

10     actuatiepuls.

(fig. 2)

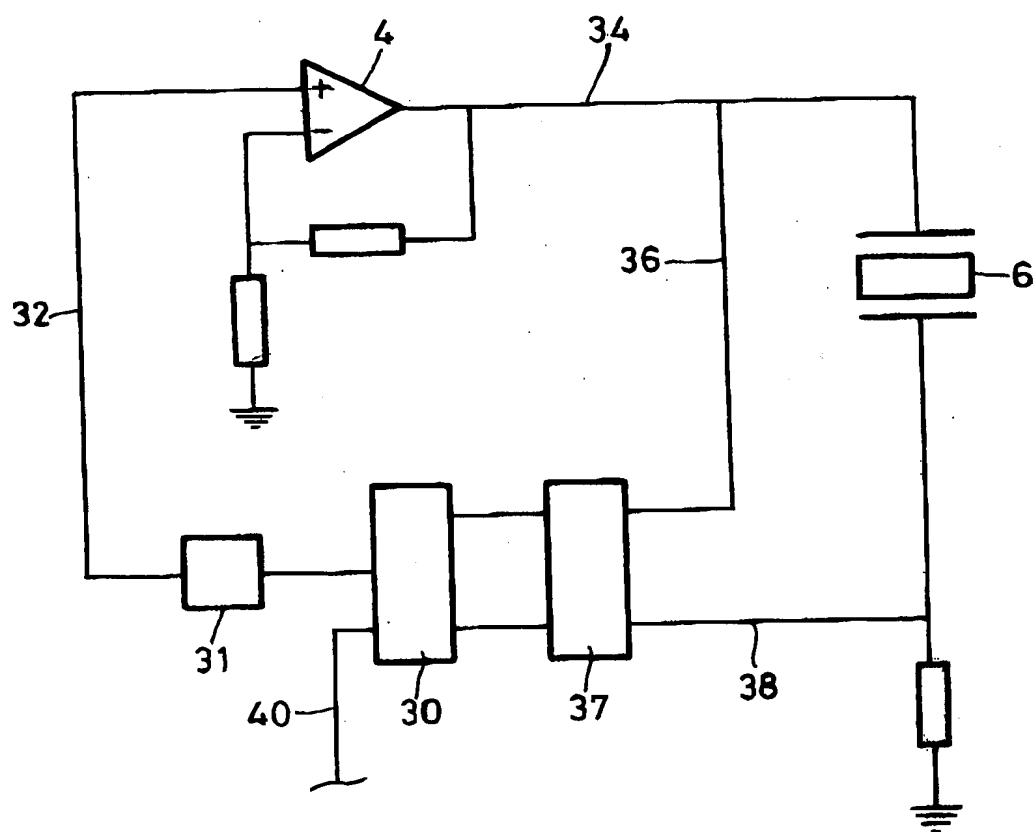


FIG. 2

Oc Technologies B.V., te Venlo

**Werkwijze voor het aansturen van een inkjetprintkop, inkjetprintkop geschikt voor het toepassen van deze werkijze en inkjetprinter omvattend deze printkop**

5

De uitvinding betreft een werkijze voor het aansturen van een inkjetprintkop die een in hoofdzaak gesloten kanaal omvat waarin zich inkt bevindt, welke kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt, omvattend het een elektro-mechanische omvormer opleggen van een actuatiefpuls, waardoor de druk in het kanaal verandert zodanig dat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten wordt. De uitvinding betreft tevens een inkjet printkop die geschikt is om deze werkijze toe te passen en een inkjet printer welke een dergelijke printkop omvat.

Een dergelijke werkijze is bekend uit EP 0 790 126. De bekende werkijze wordt toegepast in een printkop voor een inkjet printer, welke printkop een kanalenplaat omvat waarin in langsrichting een aantal parallelle groeven zijn aangebracht waarbij elke groef eindigt in een uitstroomopening (nozzle). De kanalenplaat is afgedekt door een flexibele plaat zodanig dat de groeven in hoofdzaak gesloten inktkanalen vormen. Op de flexibele plaat zijn een aantal elektro-mechanische omvormers aangebracht ter plaatse van de kanalen, zodanig dat ieder kanaal geconfronteerd is met een of meer van deze omvormers. De omvormers, in dit voorbeeld piëzo-elektrische omvormers, zijn voorzien van elektrodes. Wanneer een spanning over de elektrodes van een dergelijke piëzo-elektrische omvormer wordt aangelegd in de vorm van een actuatiefpuls, leidt dit tot een plotselinge vervorming van de omvormer in de richting van het betreffende kanaal waardoor de druk in dit kanaal plotseling toeneemt. Hierdoor zal er een druppel inkt uit de uitstroomopening gestoten worden.

De omvormers worden aan de zijde die afgewend is van de kanalenplaat ondersteund door een draagorgaan. Verder is de printkop voorzien van een aantal verbindingselementen welke het draagorgaan, via de flexibele plaat, verbinden met de kanalenplaat. Deze verbindingselementen dienen om de mechanische robuustheid van de printkop te vergroten zodat een opgelegde actuatiefpuls ook te allen tijden zal leiden tot een gewenste drukverhoging en hierdoor een gewenste druppeluitstoot, dat wil zeggen een druppeluitstoot waarbij de druppel bijvoorbeeld een vooraf bekende grootte heeft en/of een vooraf bekende snelheid. Toepassen van de bekende werkijze bij de bekende printkop leidt derhalve tot een stabiel printproces.

De bekende werkwijze heeft echter een aantal nadelen. Ten eerste zal een printkop, hoe robuust deze ook gevormd mag zijn altijd verouderen. Niet alleen zullen materiaaleigenschappen en in het bijzonder de uitzettingskarakteristiek van de elektro-  
5 mechanische omvormer, langzaam veranderen in de tijd, ook de mechanische constructie zelf is een verandering onderhevig. Zo kunnen verbindingen tussen de verschillende samenstellende onderdelen van de printkop, in het bijzonder lijmverbindingen, andere mechanische eigenschappen krijgen of zelfs losraken. Dit alles heeft tot gevolg dat een bepaalde actuatiefrequentie na verloop van tijd zal leiden tot een  
10 andere druppeluitstoot. Met andere woorden, de bekende werkwijze leidt tot een verloop in printkarakteristiek.

Een volgend nadeel van de bekende werkwijze is dat de maximale frequentie waarmee druppels uitgestoten kunnen worden beperkt is. Een volgende druppel kan pas worden uitgestoten als de drukverandering ten gevolge van de voorgaande druppel voldoende  
15 is weggeëbd. Actuatie van de omvormer leidt namelijk meestal tot een drukverandering in de vorm van een gedempte sinus. Pas wanneer de sinus voldoende gedempt is zal deze de volgende druppelvorming niet verstören. Dit dempen kost tijd en beperkt zodoende de maximaal haalbare druppelfrequentie en beperkt aldus de maximaal haalbare printsnelheid die met de bekende werkwijze te bereiken is.  
20 Een verder nadeel van de bekende werkwijze is dat er nog steeds sprake is van overspraak tussen de kanalen. Ondanks dat deze beperkt is, is dit met name bij toepassingen waarbij een zeer hoge kwaliteit verlangd wordt, een merkbaar nadeel. Tenslotte is het nadelig dat voor de bekende werkwijze een printkop gebruikt moet worden die weinig ontwerp vrijheden kent. De opbouw moet aan strenge mechanische  
25 eisen voldoen om te kunnen vertrouwen op een stabiele druppelvorming. Dit maakt toepassing van de bekende werkwijze moeilijk en vooral kostbaar.

Doel van de uitvinding is om aan bovenstaande nadelen tegemoet te komen. Hiertoe is een werkwijze uitgevonden volgens de aanhef van conclusie 1, daardoor gekenmerkt  
30 dat de werkwijze verder omvat het meten van de elektrische impedantie van de elektro-mechanische omvormer en het op grond van de gemeten impedantie aanpassen van de actuatiefrequentie. Bij de werkwijze volgens de uitvinding wordt de impedantie, dat wil zeggen de stroom/spannings-karakteristiek, van de elektro-mechanische omvormer gemeten om aldus de actuatiefrequentie zelf aan te passen. Met andere woorden, de impedantie van  
35 de omvormer wordt gemeten tijdens het opleggen van de puls, zodat het effect van

deze puls tegelijk met het opleggen daarvan (real-time) bepaald kan worden. Op deze manier is het mogelijk om de puls nog tijdens het opleggen aan te passen als dit nodig is om een gewenste drukverandering teweeg te brengen. Als bijvoorbeeld bij het begin van de puls blijkt dat de druk veel te snel toeneemt, om welke reden dan ook, dan kan 5 de puls worden aangepast door deze in het verdere traject te verzwakken.

De huidige uitvinding maakt gebruik van de erkenning dat de elektrische impedantie van de elektro-mechanische omvormer afhankelijk is van dezelfde parameters die ook de drukverandering in een kanaal bepalen als gevolg van een bepaalde actuatiefrequentie. De 10 elektro-mechanische omvormer is namelijk mechanisch gekoppeld aan de druk in het kanaal, welke druk weer afhangt van de constructie van de printer en de condities waaronder deze gebruikt wordt. Door het meten van de elektrische impedantie van de omvormer kan er aldus informatie worden gegenereerd die gekoppeld is constructie en condities. Voorbeelden van parameters die hier aan gekoppeld zijn, zijn bijvoorbeeld de 15 mechanische samenhang van onderdelen sec, maar ook hoe deze samenhang is op een bepaald moment in de tijd, en verder de actuatiefrequentie van naburige omvormers, de druk in het kanaal, de temperatuur van de kop, de viscositeit van de inkt etc. Door de elektrische impedantie van de omvormer te meten, en hieruit het gerealiseerde effect in 20 het kanaal te bepalen, bijvoorbeeld de drukverandering, kan aldus de invloed van al deze parameters gemeten worden. Hiermee kan vervolgens de actuatiefrequentie zelf worden bijgestuurd om de uiteindelijk gewenste druppeluitstoot te realiseren.

Door het toepassen van de werkwijze volgens de uitvinding heeft veroudering van de printkop geen merkbaar effect meer op de druppeluitstoot. Elke invloed namelijk die de 25 veroudering heeft op het druppeluitstootproces kan door toepassing van deze werkwijze worden gecorrigeerd. Mocht het bijvoorbeeld zo zijn dat de actuatiefrequentie door slijtage van de printkop (bijvoorbeeld het verminderen van de uitzetting van de omvormer bij een gegeven puls, het uitslijten van de uitstroomopening, het verslappen van de flexibele plaat, scheurtjes in de kop, loslaten van verbindingen etc.) leidt tot een minder 30 sterke of juist sterkere drukopbouw dan gewenst, dan kan de actuatiefrequentie al tijdens het opleggen worden bijgestuurd zodat de juiste drukopbouw wordt gerealiseerd. Het compenseren van de effecten van veroudering kan plaatsvinden door elke actuatiefrequentie bij te regelen. Ook zou dit kunnen plaatsvinden door op bepaalde tijden, bijvoorbeeld 35 tijdens een servicebeurt, de effecten van de veroudering te meten en de actuatiefrequenties op deze meting af te stellen. Deze laatgenoemde uitvoeringsvorm is eenvoudig te

implementeren en is veelal afdoende indien de printkop niet snel veroudert.

De jetfrequentie kan door toepassing van de werkwijze volgens de huidige uitvinding veel hoger gekozen worden. De demping van de drukopbouw kan namelijk actief versneld worden door de actuatiepuls aan te passen. Door bijvoorbeeld na de druppeluitstoot de actuatiepuls zodanig te vormen dat deze een drukgolf oplevert die tegengesteld is aan de drukgolf zoals die door het kanaal loopt, kan de demping in een veel kortere tijd plaatsvinden. Hierdoor kan de volgende actuatiepuls sneller gegeven worden. Het is ook mogelijk om de volgende actuatiepuls hoe dan ook, dus zonder een duidelijk actieve demping, snel te laten plaatshebben na een voorafgaande druppeluitstoot en het effect van de nog lopende drukgolf van de vorige puls te corrigeren tijdens deze volgende puls.

Overspraak, dat wil zeggen het beïnvloeden van het druppeluitstootproces in het en kanaal door het aansturen van een ander kanaal, kan door toepassing van de werkwijze volgens de uitvinding ook eenvoudig worden voorkomen. Mocht actuatie van een omvormer in een kanaal effect hebben op de toestand in een naburig kanaal, dan kan dit effect in het naburige kanaal gecorrigeerd worden door de actuatiepuls aldaar aan te passen op de wijze zoals uitgevonden.

Het moge voor de vakman duidelijk zijn dat door toepassing van de werkwijze volgens de uitvinding er veel minder zware eisen hoeven worden gesteld aan de constructie van een printkop. Immers, elke invloed die een bepaalde constructie heeft op het druppeluitstootproces kan gecorrigeerd worden door de actuatiepuls aan te passen.

Een dergelijke aanpassing is nodig indien blijkt dat de actuatiepuls een effect veroorzaakt dat merkbaar afwijkt van het gewenste effect, bijvoorbeeld een drukopbouw die lager of hoger is, of minder snel dempt dan gewenst voor een adequaat druppeluitstootproces, dat wil zeggen een proces voor het genereren van een gewenste printkwaliteit.

Overigens is uit de Europese octrooiaanvraag EP 1 013 453 een werkwijze bekend waarbij een piëzo-elektrische omvormer als sensor gebruikt wordt om de toestand van het betreffende inktkanaal te bemeten. Bij deze werkwijze wordt na afloop van de actuatiepuls de omvormer als sensor gebruikt om de drukgolven in het kanaal te meten.

Deze bekende werkwijze wordt echter toegepast om de toestand van het kanaal te

controleren om te kunnen beslissen of het nodig is een herstelactie uit te voeren. Het is niet bekend uit deze aanvraag om de actuatiewaarde zelf aan te passen, noch is het bekend om de impedantie van de omvormer te meten. Derhalve staat deze uitvinding verder af van de huidige uitvinding dan de hierboven beschreven uitvinding.

5

In een uitvoeringsvorm wordt de elektro-mechanische omvormer een spanningspuls opgelegd, en wordt de stroom die gaat lopen door de omvormer ten gevolge van deze spanningspuls en de drukopbouw in het kanaal gemeten. Op deze wijze is het mogelijk om eenduidig de stroom/spannings-karakteristiek van de omvormer te bepalen.

10 Opgemerkt zei dat deze spanningspuls elke willekeurige vorm kan hebben die geschikt is om de omvormer te bekrachtigen. Desgewenst bestaat de puls uit een aantal discrete pulsen die na elkaar opgelegd worden.

In een andere uitvoeringsvorm wordt de elektro-mechanische omvormer een stroompuls opgelegd waardoor er een spanningspuls ontstaat waarmee de omvormer wordt

15 bekrachtigd. Door deze spanning te meten is het ook in deze uitvoeringsvorm mogelijk dat de stroom/spannings-karakteristiek van de omvormer bepaald wordt. Overigens kan de stroompuls in deze laatste uitvoeringsvorm ook een combinatie van een aantal afzonderlijke pulsen zijn, bijvoorbeeld één positieve en één negatieve puls (welke in het geval van een eerste orde capacitive impedantie van de omvormer zal leiden tot één 20 afzonderlijke spanningspuls). Essentie van deze uitvoeringsvorm is dat de stroom opgelegd wordt, op welke manier dan ook, en de spanning die hierdoor ontstaat gemeten wordt.

25 In een uitvoeringsvorm wordt de werkwijze gebruikt om de druk die nodig is om de druppel met een bepaalde snelheid uit te stoten op een vooraf bepaald moment te bereiken. Deze uitvoeringsvorm is voordelig omdat op deze wijze het moment van druppeluitstoot geregeld kan worden. Dit is belangrijk bij een inkjetprinter omdat deze veelal een printkop heeft die ten opzichte van het ontvangstmateriaal wordt bewogen om zo het hele oppervlak van dit materiaal te scannen. Ligt het moment van 30 druppeluitstoot en de snelheid van de druppel vast, dan kan de druppel op een exacte plaats op het ontvangstmateriaal worden geplaatst. Dit is van belang voor het genereren van een goede printkwaliteit.

35 In een uitvoeringsvorm wordt de werkwijze gebruikt om de druk na het uitstoten van de druppel te veranderen. In deze werkwijze wordt de druk na uitstoot van de druppel

veranderd tot een waarde die van belang is voor een juiste druppeluitstoot van volgende druppels. Ook dit is voordelig omdat op deze wijze alvast een goede toestand in het kanaal kan worden gecreëerd nog voordat een volgende druppel wordt uitgestoten. Is het bijvoorbeeld nodig dat de volgende druppel een buitengewone grootte moet hebben, 5 dan zou alvast een toestand gecreëerd kunnen worden in het kanaal welke de vorming van een dergelijke druppel vergemakkelijkt.

In een verdere uitvoeringsvorm van de vorige wordt de druk na het uitstoten van de druppel in hoofdzaak naar een referentiewaarde gebracht. In deze uitvoeringsvorm 10 wordt het kanaal in een toestand gebracht die bijvoorbeeld geschikt is voor de meest voorkomende druppeluitstoot. Op deze wijze kan veel rekentijd worden bespaard en zal over het algemeen een goede druppeluitstoot bereikt worden.

De uitvinding zal nu verder worden toegelicht aan de hand van onderstaande 15 voorbeelden waarin specifieke uitvoeringsvormen van de huidige uitvinding worden besproken.

- Fig. 1 is een schematische weergave van de werkwijze volgens de uitvinding.
- Fig. 2 is een elektrisch analogon van de werkwijze volgens de uitvinding.
- 20 Fig. 3 is een schematische weergave van een inkjetprinter volgens de uitvinding.
- Fig. 4 is een schematische weergave van een actuatiepuls en de hieruit voortkomende drukverandering in een inktkanaal.
- Fig. 5 is een weergave van een afwijkende drukverandering en een actuatiepuls die aangepast is om een dergelijke afwijkende drukverandering te voorkomen.

25

### ***Figuur 1***

In figuur 1 is op schematische wijze een voorbeeld van de werkwijze volgens de huidige uitvinding weergegeven. De werkwijze volgens deze uitvoeringsvorm gaat uit van een 30 gewenste druk  $P_d$  ("Desired Pressure"), aangegeven door cijfer 1, die gerealiseerd moet worden in een inktkanaal om een juiste druppeluitstoot te genereren. Deze gewenste druk  $P_d$  is het inputsignaal van een aftrekker 2. De gewenste druk wordt vertaald in een signaal 3 voor een versterker 4, welke versterker op grond hiervan een actuatiespanning 5 zal aanbieden aan een piezo-elektrische omvormer 6. Deze 35 spanning wordt aangeboden aan een elektrische poort 7 van de omvormer en, via een

verbinding 8 aan een eenheid 13. De omvormer zal in reactie hierop vervormen en een druk  $P_E$  ("Effective Pressure") realiseren in het betreffende inktkanaal. Deze druk kan niet direct gemeten worden. Echter, de omvormer zal als gevolg van de druk  $P_E$  in het kanaal vervormen en daardoor een stroom opwekken, welke stroom via verbinding 11 aan eenheid 13 wordt aangeboden. De eenheid 13 kan onder gebruik van de aangeboden signalen de stroom/spannings-karakteristiek van de omvormer real-time meten. Op grond van een geschikt model kan hieruit een waarde voor de druk  $P_E$  berekend worden, welke waarde is aangeduid als  $P_c$  ("Calculated Pressure"). Een dergelijk model kan eenvoudig worden gemaakt op basis van een analyse van de constructie van de printkop en de elektromechanische eigenschappen van de omvormer. Dergelijke modelvorming is genoegzaam bekend uit de stand van de techniek. De berekende waarde  $P_c$  wordt de af trekker 2 aangeboden. Deze stelt vast of de berekende druk  $P_c$  overeenkomt met de gewenste druk  $P_d$ . Zo niet, dan zal het signaal dat aangeboden wordt aan de versterker 3 aangepast worden.

Door toepassing van bovenbeschreven closed loop control kan de actuatiepuls real-time worden bijgestuurd om te allen tijde het gewenste effect te bereiken. De uitvinding is niet beperkt tot het verkrijgen van de gewenste druk in het kanaal. In beginsel kan elke parameter die van invloed is op het druppeluitstootproces via de impedantie van de piezo-elektrische omvormer bepaald worden. Dit betekent dat er ook bijgestuurd kan worden voor de invloed die zo'n parameter heeft op het druppeluitstootproces.

### **Figuur 2**

In figuur 2 is een elektrisch analogon van de werkwijze volgens de uitvinding weergegeven. Centrale eenheid in dit schema is processor 30. Deze processor, welke via verbinding 40 voorzien kan worden van input data, bijvoorbeeld om de processor aan te sturen, of uitgelezen kan worden, bepaalt welk signaal aan de piezo-elektrische omvormer 6 aangeboden moet worden. Hiertoe stuurt hij een aanstuursignaal naar de DA-convertor 31 welke via verbinding 32 een analoog signaal aanbiedt aan versterker 4. Deze versterker biedt vervolgens de actuatiepuls, via verbinding 34 aan de omvormer 6 aan. De actuatiepuls wordt ook aan AD-convertor 37 aangeboden, via leiding 36. De door de omvormer opgewekte stroom loopt via de meetweerstand 39 naar aarde. De stroom wordt gemeten door de spanning voor de weerstand, via verbinding 38 te meten. Deze spanning wordt via verbinding 38 aangeboden aan de AD-convertor 37. D

5 convertor biedt beide signalen in digitale vorm aan de processor 30 aan. Deze processor berekent onder toepassing van een model of de aangeboden puls leidt tot het gewenste effect in het kanaal. Zo ja, dan wordt de oorspronkelijk geplande puls voortgezet. Zo nee dan wordt deze bijgestuurd om alsnog het gewenste effect te bereiken.

10 Op deze wijze is er naast een actuatiecircuit voor de piëzo-elektrische omvormer ook een meetcircuit voor het bepalen van de impedantie van de omvormer, en een regeleenheid (processor 30) voor het aanpassen van de actuatiepuls gevormd. In beginsel kan elk kanaal op deze wijze aangestuurd, gemeten en geregeld worden. In een uitvoeringsvorm wordt één procesorenheid toegepast voor vele tientallen of zelfs honderden inktkanalen. Hoeveel procesoren nodig zijn voor een inkjet kop met vele honderden inktkanalen hangt onder andere af van de rekencapaciteit die nodig is voor een adequate regeling van de actiepulsen.

15

### *Figuur 3*

20 In figuur 3 is een inkjet printer schematisch afgebeeld. In deze uitvoeringsvorm omvat de printer een rol 10 teneinde een ontvangend medium 12 te ondersteunen en langs d vier printkoppen 16 te voeren. De rol 10 is draaibaar rond zijn as zoals door de pijl A is aangegeven. Een wagen 14 draagt de vier printkoppen 16, één voor elk van de kleuren cyaan, magenta, geel en zwart, en kan heen en weer bewogen worden in een richting die aangegeven is door de dubbele pijl B, parallel aan de rol 10. Op deze wijze kunnen de printkoppen 16 het ontvangend medium 12 aftasten. De wagen 14 wordt geleid over roedes 18 en 20 en wordt aangedreven door hiervoor geschikte middelen (niet afgebeeld).

25 In de uitvoeringsvorm zoals weergegeven in de figuur omvat elke printkop 16 acht inktkanalen, ieder met hun eigen uitstroomopening 22, welke een denkbeeldige lijn vormen loodrecht op de as van de rol 10. In een praktische uitvoering van een drukinrichting is het aantal inktkanalen per printkop 16 vele malen groter. Elk inktkanaal 30 is voorzien van een piëzo-elektrische omvormer (niet afgebeeld) en bijbehorend actuatie- en meetcircuit (niet afgebeeld) zoals beschreven bij figuur 2. Tevens bevat elk van de printkoppen een regeleenheid voor het aanpassen van de actuatiepulsen. Op deze wijze vormen inktkanaal, omvormer, actuatiecircuit, meetcircuit en regeleenheid 35 een systeem dat dient om inktdruppels uit te stoten in de richting van de rol 10. Het is

overigens niet essentieel dat de regeleenheid en/of bijvoorbeeld alle elementen van het actuaties- en meetcircuit fysiek in de eigenlijke printkoppen 16 zijn ingebouwd. Het is ook mogelijk dat deze delen bijvoorbeeld in de wagen 14 of zelfs een verder afgelegen onderdeel van de printer zijn geplaatst, waarbij er verbindingen zijn met componenten in de printkoppen 16 zelf. Op deze wijze vormen deze delen toch een functioneel onderdeel van de printkoppen zonder daadwerkelijk fysiek in de printkoppen te zijn ingebouwd. Worden de omvormers beeldgewijs bekrachtigd dan ontstaat een afbeelding, opgebouwd uit individuele inktdruppels, op het ontvangend medium 12.

10

#### ***Figuur 4***

In figuur 4 is een schematische weergave van een actuatiespuls (figuur 4a) en de hieruit voortkomende drukverandering in een inktkanaal (figuur 4b) weergegeven.  
 In figuur 4a is de opgelegde spanning  $V$  (in arbitraire eenheden) uitgezet tegen de tijd  $t$  (in arbitraire eenheden). Aangegeven is een actuatiespuls welke zich uitstrekkt over het gebied A. Dit gebied begint bij het opleggen van de spanning aan de piezo-elektrische omvormer in de vorm van een blokspanning 50 en eindigt bij het begin van de blokspanning 51 die hoort bij een volgende druppeluitstoot. De actuatiespuls omvat in dit geval ook een periode 60 waarin geen spanning wordt aangeboden aan de piezo-elektrische omvormer.

In figuur 4b is afgebeeld welk effect de bovenbeschreven actuatiespuls heeft op de druk in het betreffende inktkanaal. Hier toe is de druk  $P_e$  (arbitraire eenheden) uitgezet tegen de tijd  $t$  (arbitraire eenheden). Vlak na het begin van de periode A stijgt de druk  $P_e$  in het kanaal zoals is aangegeven met curve 70. De druk bereikt een maximum in het gebied waar de actuatiespuls de blokspanning omvat. Rond het bereiken van deze maximale druk zal er een druppel inkt uit de uitstroomopening van het kanaal worden gestoten. Na afloop van de blokspanning daalt de druk zoals is aangegeven. Na afloop van de gehele periode A is de druk vrijwel gedempt tot de uitgangswaarde. Het kanaal is dan in een toestand gekomen die geschikt is om een volgende druppeluitstoot te genereren.

30

#### ***Figuur 5***

In figuur 5 is een afwijkende drukverandering (figuur 5a) en een actuatiespuls die aangepast is om een dergelijke afwijkende drukverandering te voorkomen (figuur 5b) weergegeven.

In figuur 5a is analoog aan figuur 4b een drukverandering in een inktkanaal weergegeven als gevolg van een opgelegde actuatiefrequentie in de periode A. In dit geval leidt de puls tot een drukverloop 71 dat slechts zeer traag dempt. De oorzaak hiervan kan bijvoorbeeld veroudering van het materiaal van de printkop zijn of invloed van het actueren van een naburig inktkanaal. Een dergelijk verloop betekent dat aan het einde van periode A de druk nog dusdanig hoog is dat deze het effect van een volgende actuatiefrequentie merkbaar zal verstören. Om een dergelijke drukverandering te voorkomen kan de puls aangepast worden via de real-time gesloten kringloop zoals weergegeven in figuur 2.

5 10 In dit geval zou dit bijvoorbeeld geleid kunnen hebben tot een actuatiefrequentie zoals weergegeven in figuur 5b. De actuatiefrequentie is nu opgebouwd uit drie blokspanningen 52, 53 en 54 met daartussen gebieden waar geen spanning wordt aangeboden. Deze aangepaste puls begint met een blokspanning 52 die vrijwel gelijk is aan blokspanning 50 in figuur 4a. Deze blokspanning zal ook in dit geval leiden tot een effectieve druk  $P_E$  die de uitstoot van een inktdruppel veroorzaakt. Om de demping actief te versnellen worden blokspanningen 53 en 54 opgelegd. Deze spanningen veroorzaken geen druppeluitstoot maar zijn zuiver gericht op het dempen van de druk in het inktkanaal. Een dergelijke puls leidt in dit geval tot een drukverloop zoals aangegeven in figuur 4b, hetgeen in deze uitvoeringsvorm het gewenste drukverloop is.

15

## CONCLUSIES

1 Werkwijze voor het aansturen van een inkjetprintkop die een in hoofdzaak gesloten kanaal omvat waarin zich inkt bevindt, welke kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt, omvattend:

- het een elektro-mechanische omvormer opleggen van een actuatiepuls, waardoor de druk in het kanaal verandert zodanig dat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten wordt,

10 met het kenmerk dat de werkwijze verder omvat:

- het meten van de elektrische impedantie van de elektro-mechanische omvormer,
- het op grond van de gemeten impedantie aanpassen van de actuatiepuls.

15 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat de elektro-mechanische omvormer een spanningspuls wordt opgelegd, en dat de door de elektro-mechanische omvormer opgewekte stroom wordt gemeten.

20 3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat de elektro-mechanische omvormer een stroompuls wordt opgelegd, en dat de door de elektro-mechanische omvormer opgewekte spanning wordt gemonitord.

25 4. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat de werkwijze wordt gebruikt om de druk die nodig is om de druppel met een bepaald snelheid uit te stoten op een vooraf bepaald moment te bereiken.

30 5. Werkwijze volgens een der conclusies 1 tot en met 4, met het kenmerk dat de werkwijze wordt gebruikt om de druk na het uitstoten van de druppel te veranderen.

6. Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk dat de druk na het uitstoten van de druppel in hoofdzaak naar een referentiewaarde gebracht wordt.

35 7. Inkjetprintkop die een in hoofdzaak gesloten kanaal omvat voor het houden van inkt, welke kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt, omvattend:

- een actuatiecircuit voor het opleggen van een actuatiepuls aan een elektro-mechanische omvormer zodanig dat de druk in het kanaal verandert zodat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten kan worden,

5

met het kenmerk dat de printkop verder omvat

- een meetcircuit voor het meten van de impedantie van de elektro-mechanische omvormer,
- 10 - een regeleenheid voor het op grond van de gemeten impedantie aanpassen van de actuatiepuls.

8. Inkjet printer voorzien van een inkjetprintkop volgens conclusie 7.

1/5

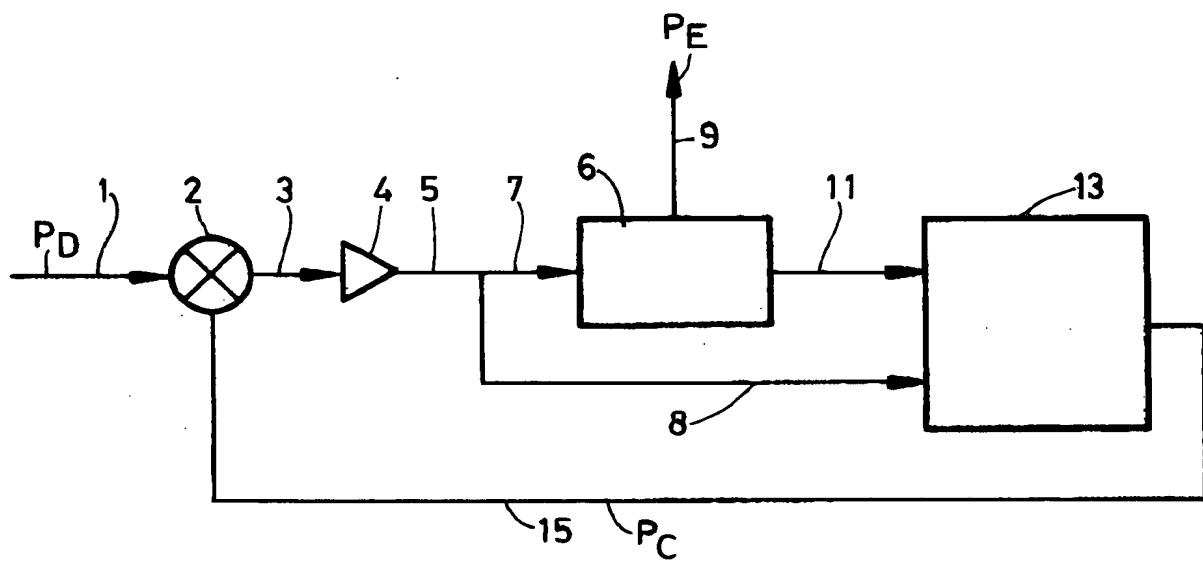


FIG. 1

2/5

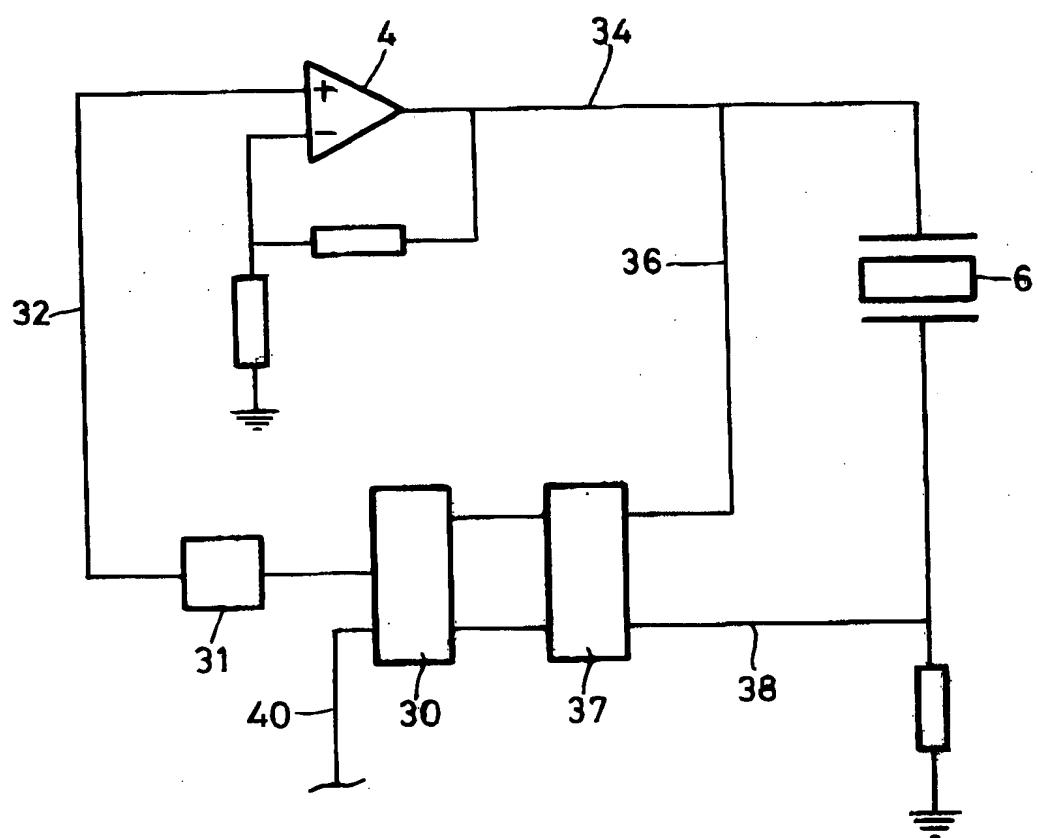


FIG. 2

3/5

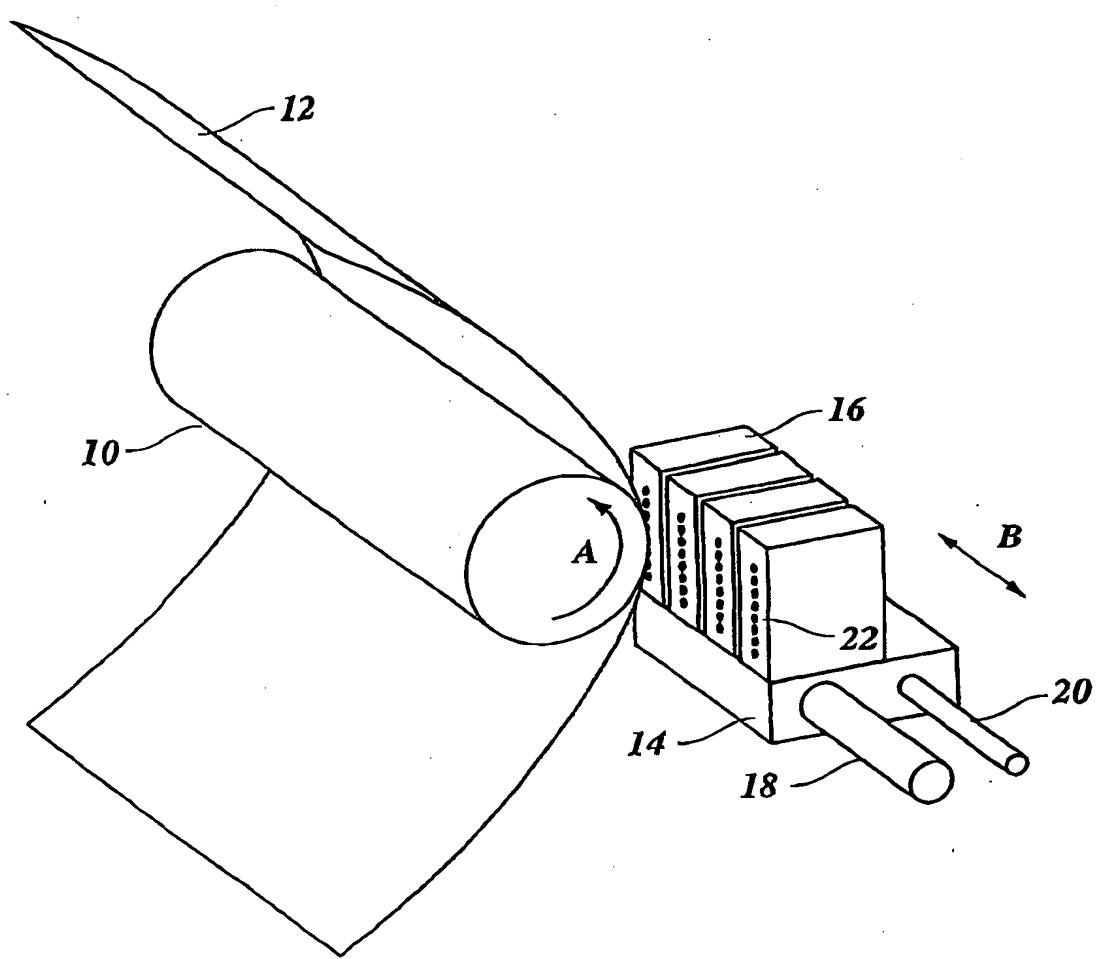


FIG. 3

4/5

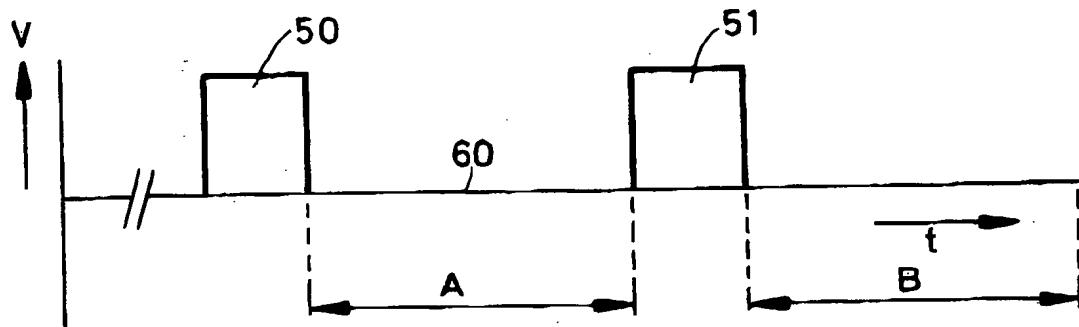


FIG. 4A

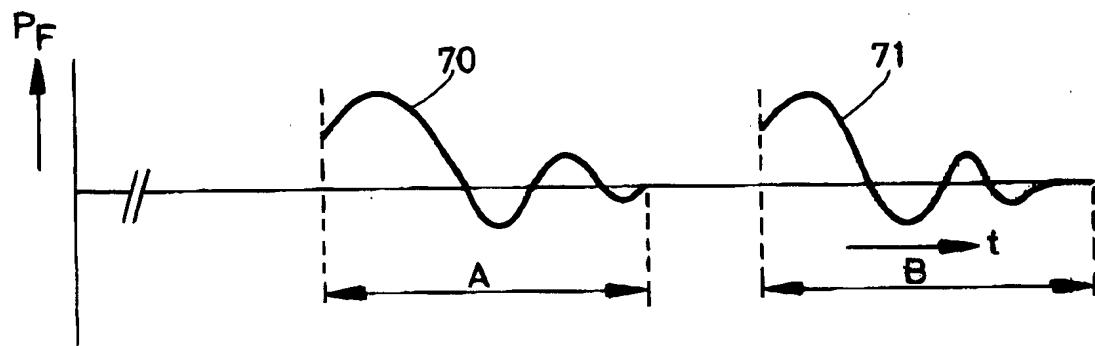


FIG. 4B

5/5

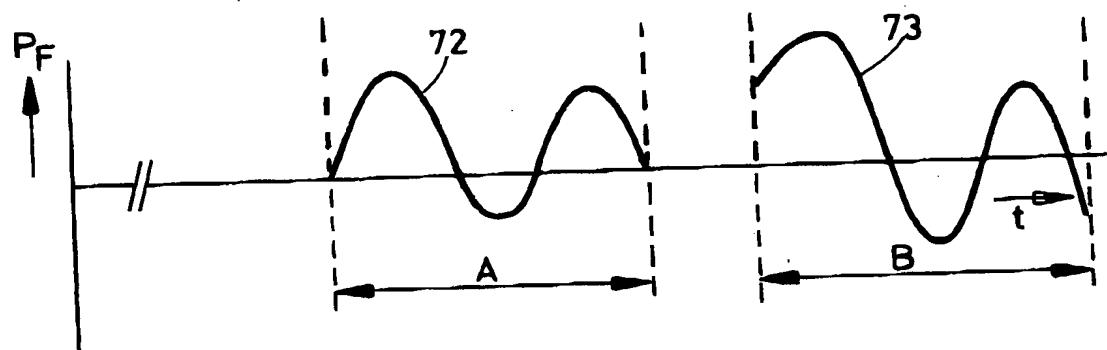


FIG. 5A

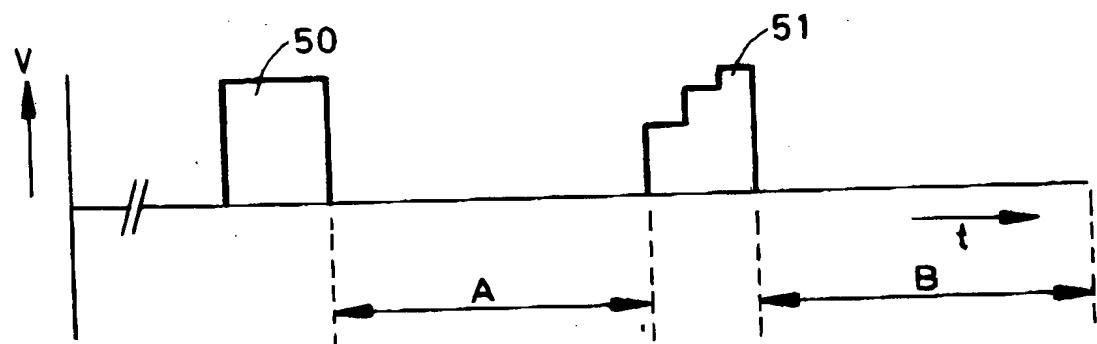


FIG. 5B